

克列斯特盆地布尔季加尔阶海相磨拉石沉积作用研究

王建华

(中山大学地质系, 广州)

提要 本文根据岩相分布、化石组合、粒度、砂矿物、粘土矿物、指相元素以及岩石镜下特征等方面的分析,探讨了盆地布阶各相的沉积环境、物质来源等问题,确认它们为一套局限水体的三角洲-滨岸-滨外沉积,其陆源物质分别来自阿尔卑斯期变质岩系和区域内中生代沉积盖层;同时,恢复了盆地古地理概貌。

主题词 相分布 沉积环境 物源 盆地古地理

作者简介 王建华 男 32岁 法国地质学博士 沉积学

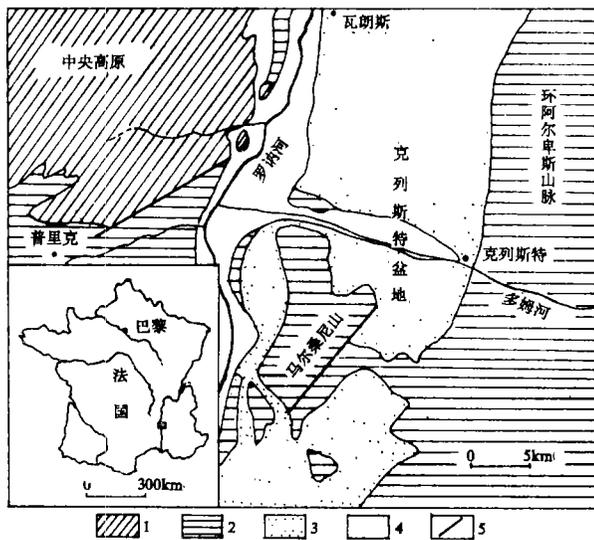
法国罗讷河谷 (Vallee du Rhone) 的第三系磨拉石建造的研究对于了解阿尔卑斯构造带演化历史有着十分重要的意义,有关沉积相的研究有助于了解这些位于造山带西侧的拉张盆地的充填机理及沉积作用特点,以及该区第三纪区域古环境变化。笔者曾对该区几个沉积了中新统海相磨拉石相组合的盆地进行了一系列沉积学方面的研究,主要内容涉及沉积相分布、物源、水动力条件、沉积作用演化等,现将其中有关克列斯特 (Crest) 盆地中新统布尔季加尔阶的研究报道如下。

布、物源、水动力条件、沉积作用演化等,现将其中有关克列斯特 (Crest) 盆地中新统布尔季加尔阶的研究报道如下。

一、区域地质背景

克列斯特盆地位于罗讷河谷中段,其南北分别向瓦尔雷亚 (Valrea) 盆地和巴斯-多芬尼 (Bas-Dauphine) 盆地过渡,东边由环阿尔卑斯山脉南段 (Vercors) 白垩纪灰岩高台地环绕,西侧近中央高原结晶地块以及山麓侏罗-白垩纪灰岩台地 (图 1)。

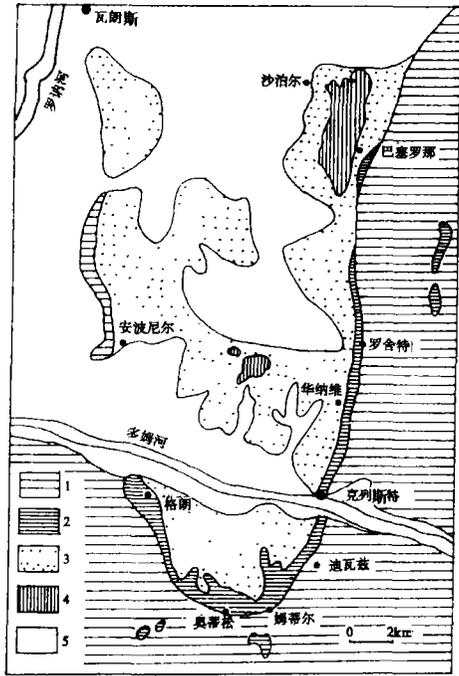
本区自三叠纪至白垩纪经历了多次海侵,形成一套以灰岩为主砂页岩为辅的浅海-半深海沉积盖层,晚白垩纪后期本区上升为陆地,渐新世初本盆地瓦朗斯湖盆地南端,沉积一套碳酸盐蒸发岩-泥岩相,局部为磨砾层堆积;中新世初,环阿尔卑斯谷槽形成,特提斯海水沿谷槽北侵,布尔季加尔期初海侵北界为克列斯特盆地南部,中



1、结晶基底 2、中生界沉积盖层 3、第三系 4、第四系 5、断层

图 1 克列斯特盆地地理位置及地质略图

Fig.1 Geographic position and geologic sketch of Crest Basin



1、石灰岩基底 2、布尔季加尔阶 3、文多邦阶海相层
4、文多邦阶陆相层 5、第四系

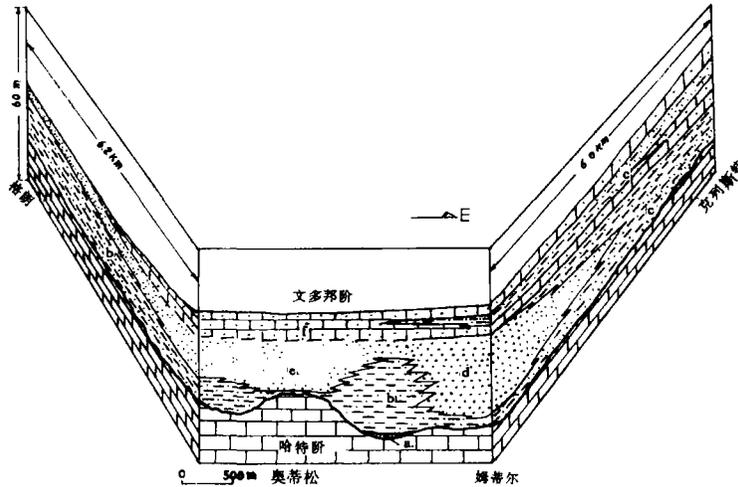
图2 克利斯特盆地中新统地层分布图
Fig.2 Stratigraphic distribution of Miocene in Crest Basin.

期推进至瑞士和奥地利；文多邦 (Vindebonian 期初为海侵高峰，中期盆地由于充填作用而使水体变浅，晚期海退而出现河湖相碎屑沉积；上新世初蓬蒂期 (Pontian) 时阿尔卑斯造山带进入新活动期，克利斯特盆地受东西挤压应力作用而形成一宽缓的向斜，其东部和南部由于构造上升而遭受强烈剥蚀，布阶地层出露于盆地南部和东部 (图2)。

二、布阶各岩相描述

本阶地层在盆地中表现出复杂的纵横向相变 (图3) 现将各相略述如下：

a、可奇尔 (Les Coquilles) 生物屑灰岩相：白色至浅黄色，由壳质碎片、圆化石英颗粒及少量海绿石颗粒固结而成，钙质含量90%，含海相浅水软体动物及苔藓虫等化石：Anomia costata BRONGN.、Chlamys rotundata LMK.，Pecten volentinensis FONT.、Chl. fraterculus SOW，Ostrea granensis FONT.，本相为布阶最底部沉积，分布仅限于奥蒂松 (Autichamp) 以南，厚度



a.可奇尔生物屑灰岩相 b.格勒内特砂质泥岩相 c.克利斯特泥质细砂岩相
d.姆蒂尔白色粗砂岩相 e.奥蒂松纱色砂岩相 f.克利斯特砂质灰岩相

图3 克利斯特盆地布阶岩相分布立体图

Fig.3 Stereo section of Burdigalian facies distribution in Crest Basin

2—5m。

b. 格勒内特 (Grenette) 砂质泥岩相: 浅青灰至灰色, 有时见簿层状水平层理, 含钙量 34%, 见众多扇贝等小个体软体动物化石: *Pecten volentinensis* FONT., *Chl. scabrella* LMK., *Chl. gr. tournali* DES., *Chl. multistriata* POLI., *Ostreagranensis* FONT., 等。本相覆盖于渐新统灰岩或上述 a 相之上, 分布于格朗 (Grane) 至姆蒂尔 (Moutier) 之间, 厚度 20—30m;

c. 克列斯特泥质细砂岩相: 黄灰—深灰绿色, 松散至半固结, 下部含泥质多, 常含一些绿色片状矿物团粒、微粒状黄铁矿, 含钙质 26.3%, 偶有簿层波状砂层与泥岩交替出现, 化石较少, 风少量瓣腮类 (*Ostrea* sp.) 等介壳碎片。本相分布于姆葶至罗舍特 (Rochette) 之间的渐新统灰岩之上, 厚约数十米;

d. 姆蒂尔白色粗砂岩相: 黄白色, 为松散的含细粒角状长石石英粗砂构成, 无化石, 发育单向高角度 (20° 左右) 板状交错层理, 本相以姆蒂尔采砂场剖面为代表, 但罗舍特至巴塞罗纳 (Barcelonne) 之间也有类似岩层出现, 厚度变化大且尖灭快;

e. 奥蒂松散绿色砂岩相: 绿黄色 (中下部) —灰绿色 (上部) 主要由含长石石英中砂组成, 常有较多海绿石团粒及软体动物壳质碎片, 发育低角度交错层理或槽状交错层理, 该相覆盖于奥蒂松灰岩隆起之上, 在克列斯特以北地区可见有零散的类似岩层出现;

f. 克列斯特砂质灰岩相: 灰—灰绿色, 含长石、石英细砾及中粗砂, 有较多海绿石或其它绿色颗粒, 单层厚而不显内部构造, 出现大量的瓣腮类化石内模, 有时岩石几为内模的堆叠, 化石有海扇 (*Pecten*)、钳 (*Arca*,)、牡蛎 (*Ostrea*) 等较大型的双壳类, 以及苔藓虫、海胆碎片等。本相覆盖了除格朗及其东面邻区以外的区域, 并为文多邦阶海相碎屑岩相所覆盖。

三、各沉积相粒度特征

样品均用稀盐酸除去钙质后再行筛析及 X 光分析仪分析, 粒度参数计算结果如表 1。

从 M_2 值看, 布阶沉积物从粗到细的顺序为: d—f—e—c—b (相), 纵向剖面上有上粗下细的变化趋势, 平面上以姆蒂尔和奥蒂松以及罗舍特以北地区沉积物粒度最粗。

σ_1 值的变化趋势依次为: e—f—c—d—b (相), 总体上为分选中等至差, 这是由于样品中均含有一定的泥质以及成岩过程中细粒化效应的影响, 使之出现分选差的“细尾”影响了总体分选度;

Sk_1 大多属“很正偏”, 极少数含泥质少的样品为“近似于对称”, 显然, Sk_1 值主要受“细尾”的出现的制约。沉积物的峰度 KG 数值变化范围大, 从“平坦”至“非常尖锐”均有出现, 与 σ_1 的关系也不明显。笔者还统计了众数 (M) 的分布情况, 发现奥蒂松周围及以西地区沉积物为单众数分布, 姆蒂尔及罗舍特以北地区则出现多众数的较粗沉积物, 这种情况很明显与陆源物质的输入地点有关。

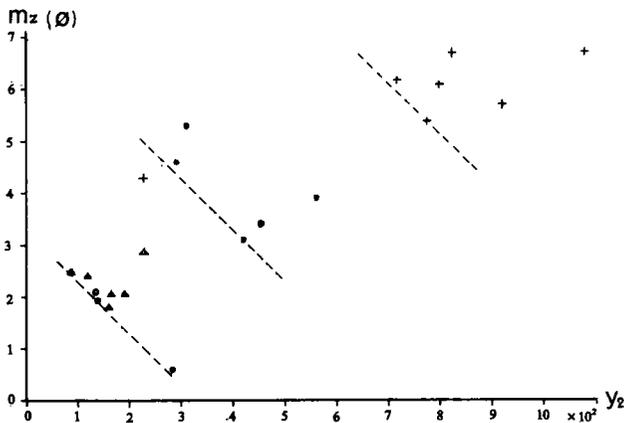
根据萨胡 (Sahu) 的判别式, 笔者计算了 Y_2 (海滩、浅海) 值和 Y_3 (浅海、冲积) 值, 发现所有的 Y_2 值均属浅海范围 (>65.3650), 而 Y_3 值均属冲积范围 (>-7.4190), 显然这些临界判别值不能适用于本例, 但理论上由海滩向滨外沉积物平均粒度逐渐变小、 Y_2 值逐渐加大的趋势是应该存在的, 故笔者用 M_2 (ϕ) 值和 Y_2 值作出散点图 (图 4), 发现

表1 各沉积相粒度参数及判别值

Table 1 Granulometric parameters and diagnostic values of sedimentary facies

相	样品号	M_2	σ_1	SK_1	K_G	Y_2 (海滩浅海)	Y_3 (浅海、冲积)
f相	23	2.08	1.13	0.07	1.41	143.27	-10.71
	22	3.42	2.15	0.79	4.21	450.16	-43.03
	21	0.52	1.97	0.15	1.03	284.33	-34.24
	20	1.93	1.03	0.03	1.97	137.57	-8.81
e相	19	2.50	0.48	0.33	1.36	85.35	-2.84
	18	2.05	0.139	0.50	1.34	192.87	-18.59
	17	2.04	1.22	0.18	1.83	166.29	-13.10
	16	2.90	1.36	0.23	3.08	229.08	-16.38
	15	2.42	0.74	0.63	2.26	127.44	-7.08
	14	1.83	0.73	1.10	4.16	161.15	-9.38
d相	13	0.71	3.07	0.08	1.25	656.72	-82.41
	12	1.24	1.85	0.32	1.12	271.74	-31.08
c相	11	4.53	1.66	0.64	1.36	289.28	-25.86
	10	3.79	2.85	0.85	2.51	559.50	-61.04
	9	5.31	1.70	0.46	1.36	306.99	-25.90
	8	3.04	2.17	0.60	2.86	421.74	-43.05
b相	7	5.34	3.17	0.65	0.90	771.90	-89.07
	6	6.17	3.02	0.54	0.72	719.42	-80.32
	5	6.65	3.27	0.19	0.65	816.46	-91.32
	4	6.66	3.82	0.47	0.70	1082.44	-127.14
	3	5.67	3.49	0.79	1.08	922.88	-108.16
	2	4.31	1.28	0.57	2.07	223.16	-15.66
	1	6.06	3.21	0.64	0.75	798.60	-91.25

各相沉积物有各自的分布范围: b相 $M_2 \cdot Y_2$ 值最大 (推测沉积深度最大), c相次之, e、f相最小。

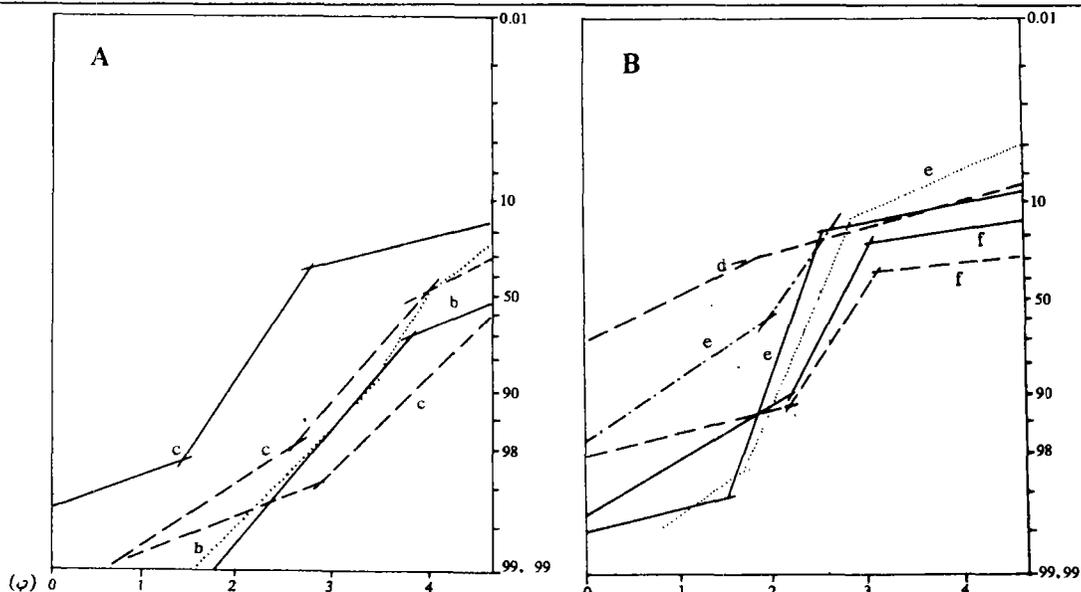
图4 各沉积相的 M_2 - Y_2 值散点图Fig.4 Plot of M_2 - Y_2 sedimentary facies.

+b相, ●c相, △e相, ○f相

从概率累积曲线 (图5) 上看 b相为悬浮总体量多、跃移总体粒度细的二段或三段式; c相亦为二、三段式, 但样品之间差异大, 有的近似波浪带沉积物曲线, 有的具悬浮搬运沉积特点; d相为急流型河道冲积物的曲线; e相样品曲线具波浪带至碎浪带的特征; f相曲线基本上具波浪带沉积特点, 并可能受较强潮流的影响。

综合以上分析及化石、岩性、沉积构造等特点并考虑狭小盆地的特殊因素, 推测 b相为滨外至过渡带较深水区或湾内沉积, c相为

水下岸坡下部至过渡带沉积, d相为水上三角洲河道沉积, e相为海滩 (潮间带) 下部至水下岸坡中部以及海外砂坝沉积, f相为经生物强烈搅动的潮下带上部浅滩的碳酸盐泥和陆屑



A: b 格勒内特砂质泥岩相; c 克列斯特泥质细砂岩相 B: d 姆蒂尔白色粗砂岩相; e 奥蒂楹绿色砂岩相; f 克列斯特砂质灰岩相

图 5 各沉积相陆屑组合粒度概率曲线:

Fig.5 Log-probability granulometric curves of the fraction of continental clasts in sedimentary facies.

砂混合堆积。

四、陆屑矿物特征及来源

1、轻矿物

沉积物中陆源碎屑主要为磨园度不一的石英、长石及变质岩和灰岩屑。长英比一般为 0.26—0.43, 在盆地东部、东南部可升至 0.73; 斜长石 / 钾长石值在东南部为 4.6—0.9, 其它地区一般为 0.65—0.17, 这些现象与盆地东南及东部接受含有大量长石特别是钾长石的粗碎屑有关, 所挟带的岩屑证明它们来自一些片岩、片麻岩, 源区为东边的阿尔卑斯变质带。

2、重矿物

沉积物中 40—500 μm 的透明和半透明重砂矿物分析结果 (表 2) 表明:

(1) 稳定的或常见副矿物如锆石、电气石及含钛矿物的含量变化较大 (7.3—38.9%), 它们主要来源于区域内中生代沉积盖层, 故在近源陆屑输入地带含量较高;

(2) 中央高原型变质矿物蓝晶石、十字石、红柱石等以少而稳定的含量分布于盆地中, 它们主要来源于中生代沉积盖层中该类矿物的隔存, 因为靠近中央高原一侧的盆地西部该类矿物含量并不高;

(3) 阿尔卑斯型高压变质矿物绿帘石、蓝闪石、绿闪石以及铁角闪石和石榴子石等从东北方向沿古海峡进入盆地, 前几种矿物趋向于富集于水动力较弱的地带, 而石榴子石则趋向于在边缘地带粗碎屑中富集。

3、粘土矿物

笔者选用了 13 个较新鲜的泥岩样品, 用 X 光衍射仪及透射电镜对 < 2 μm 的粘土组分进

表2 盆地布阶沉积物中重矿物百分比

Table 2 Percentages of heavy sadminerals in Burdigalian sediments of the basin

样品号	地点	岩相	锐钛矿	独居石	金红石	榍石	电气石	锆石	红柱石	蓝晶石	十字石	石榴石	普通角闪石	绿闪石	绿帘角闪石	蓝闪石	重矿物%
1	罗舍特	C	3.8		0.7	0.7	0.3	5.2	0.7	1.0	1.4	40.6	1.4	0.3	43.7	0.7	0.8
2	华纳维	C	1.0	0.3	2.9	1.5	2.1	14.2	0.8	5.0	8.8	47.7			13.4	1.5	0.1
3	克利斯特	f	1.8	0.1	0.8	0.7	1.2	13.0	0.1	0.1	1.8	38.6	0.6	0.2	40.5	0.6	0.7
4	克利斯特	c	0.3		1.9	7.3	10.1	2.3	1.3	1.6	4.3	43.2	0.3		21.8	5.5	0.4
5	姆蒂尔	d	5z4	0.5		1.5	11.9	2.8	22.9	1.3	12.3	31.3	0.5		9.7		0.5
6	姆蒂尔西	b	8.5	0.6	2.8	0.6	5.7	20.7			6.2	36.9			14.9	3.2	0.2
7	奥蒂松	e	2.3	0.8			9.5	3.9	1.3	3.1	1.3	20.9	0.8		46.7	9	0.6
8	奥蒂松	e	0.5		1.2	0.4	2.1	1.1	2.4	0.5	4.5	32.1			50.3	2.8	0.4
9	杜雷尔	f	5.7	0.3	2	0.7	0.5	12.8	0.2	0.5	1.7	40.0			35.2	0.5	0.7
10	杜雷尔	c	0.6	0.2	1.9	0.2	0.2	2.8			2.9	43.0	0.2		49.1		0.3
11	奥蒂松西	e	2.4		2.1	1.3	1.8	9.4	0.5	1.2	2.5	30.3	0.3	0.6	44.5	3.0	0.3
12	格朗南	b	0.7		1.0		7.8	1.1	1.1	0.1	5.4	75.2		0.1	6.2	1.5	0.3

行了分析, 结果表明布阶沉积物中粘土矿物以钙蒙脱石(平均含量 56.20%)和伊利石(平均含量 38.5%)为主, 含少量绿泥石和痕量的绿坡缕石, 这些矿物大多边缘模糊或卷曲, 证明它们主要继承了母岩区的风化特点, 但对于后两种矿物来说, 它们在显示了缺氧、滞水环境的深色泥岩中增多表明有自生矿物加入。

五、B 和 Cr

一般认为, 海相沉积物富 B 而贫 Cr, 利用 B/Cr 比值不仅可以说明沉积物的海相性, 而且有利于消除粒度、钙质含量等因素的干扰, 笔者测定了 B、Cr 在含泥质样品的 10% 盐

表3 布阶泥质样品中 B、Cr 等分析结果

Table 3 Results B、Cr analysis of somemuddy samples in Burdigalian

样品号	采样地点	岩相	B (ppm)	Cr (ppm)	B/Cr	S %	C 有机 %
C1	克利斯特	f	15.5	7.0	2.2	0.071	0.11
C2	克利斯特	c	31.0	28.5	1.1	0.545	0.31
C3	华纳维	c	63.5	27.5	2.3	0.0033	0.13
C4	姆蒂尔	d 盖层	24.0	26.5	0.9	0.266	0.48
C5	姆蒂尔西	b	64.5	45.0	1.4	0.242	0.26
C6	奥蒂松	e	35.0	18.5	1.9	0.035	0.33
C7	奥蒂松	e	64.0	51.5	1.2	0.023	0.09
C8	格朗	b	25.5	39.0	0.7	0.032	0.3

酸浸取液中的含量(表3), 结果表明: B/Cr 值变化于 0.7—2.3 之间, 平均值为 1.46, 与正常海相沉积物相似(1.49)。其中, 在姆蒂尔三角洲河道砂上覆泥质层和格朗地区含牡蛎

粘土(盆地西缘)中该值量低,剖面上该值显示出下低上高的特点,似乎与持续海侵或在一些地点(奥蒂松)向上水深增大有关。

六、碳酸盐组分

克列斯特盆地布阶有几个相为碳酸盐—陆屑岩相,笔者着重分析了所含化石类别及岩石胶结物:

1、**可奇尔生物屑灰岩相**:含有 90%的磨园、分选均较好的生物骨屑,化石组合(表 4)显示海水温暖、盐度正常的浅水环境,并可能发育有以苔藓虫、钙藻(主要为石枝藻)、珊瑚为主体的生物礁。岩石为颗粒支撑,胶结物有:纤维状方解石、马牙状至银嵌状亮晶方解石及共轴增生方解石,证明可能存在潮间带成岩胶结作用,但岩石的主要胶结阶段仍为淡水下进行;

2、**奥蒂松绿色砂岩相**:含 5—25%的生物骨屑,剖面向上化石数量锐增、有孔虫个体有及类也增多。底部浅色中砂岩层中普遍发育潮间带胶结作用痕迹(纤维状胶结物环边和悬垂结构),向上随着基质、粪粒、海绿石的增加,胶结类型也由颗粒支撑变为基质充填加嵌

表 4 布阶碳酸盐胶结碎屑岩相中化石镜下半定量统计

Table 4 Semi-quantity statistics under microscope of fossils in the facies of carbonate-cemented clasticite in Bardiglian

薄片号	采样地点	岩相	化石含量 %	钙藻	腾壶	腕足	苔藓	海胆	有孔虫	腹足	瓣腮	介形虫	珊瑚	其它
M1	罗舍特	f	60	***	**	*	*****	***	*	**	***		**	*
M2	华纳维	f	20	*		*	**	**	*	**	*****	*		*
M3	克列斯特	f	15	*			**	*	*	*	*****	*		*
M4	姆蒂尔	f	15	*			*	**	**	*	*****	*		*
M5	杜雷尔	f	50	**		*	*****	***	**	***	*****	*	*	*
M6	奥蒂松西	f	70	*		*	***	**	**	**	***	*		*
M7	奥蒂松	f	15		*	*	**	*	***	*	***	*	*	*
M8	奥蒂松	e	20	*			***	**	*****	**	***	*		*
M9	奥蒂松	e	10	*	*		***	**	***	**	***			*
M10	奥蒂松	e	5	**			**	**	**	**	*****			*
M11	奥蒂松东	a	90	**	*	*	*****	***	*	**	*****		**	*

注 * <5%; ** 5—10%; *** 10—25%; ***** >25%

晶状亮晶方解石胶结,而后者应为重结晶作用产物,这些变化表明本相下部为潮间带沉积环境,向上逐渐向潮下带上部中能环境过渡;

3、**克列斯特砂质灰岩相**:本相含 15—50%的生物碎屑、瓣腮类化石或内模常常为完整无缺的,生物组合反映了浅水、盐度正常和气候温暖的环境特点,岩石中的生物粉屑和泥晶含量常超过 50%,形成基质充填或支撑结构,未见有早期成岩作用痕迹,故推断沉积环境为钙质生物繁生的潮下带上部中能带。

七、几点结论

综上所述克列斯4特盆地中新统布阶海相磨拉石相组合的研究表明:

1、沉积物表现出较复杂的纵、横向相变, 这应归因于海侵初期盆地复杂底形、局限的水体、盆地边缘一些三角洲体系的存在等因素的影响。各相显示出浅水沉积的特点, 即从三角洲河道、海滩到较浅水滨外环境。除了海侵前期盆地南端残留有海滩生物灰岩之外, 盆地主体沉积向上显示出我水体变浅的特征, 表明盆地充填速度大于沉降速度, 尽管在盆地边缘或一些逐渐被淹没的岛山(奥蒂松)的沉积剖面上显示出海进相序, 其它地方却显示出海退相序, 盆地底形起伏也逐渐消失而出现大面积浅滩;

2、盆地中陆源碎屑的来源主要是阿尔卑斯高压低温变质岩系和盆地周围的中生界碎屑岩, 这两种类型的碎屑具各自的矿物、粒度以及磨园等方面的特征, 前者主要经环阿尔卑斯古海峡搬运而来(图6), 后者由姆蒂尔、巴塞罗那那方向的陆上径流带来, 它们在盆地中迅速地混和。盆地中除了生成有大量海绿石之外, 也有绿泥石族矿物的自生形成, 但大部分粘土矿物仍保留了与母岩风化的继承性关系特点;

3、盆地虽以陆屑沉积作用为主, 但也见有个碳酸盐沉积较发育的相, 其所含的钙质生物化石组合显示温暖、盐度正常的浅水环境, 胶结物及组构也反映了它们潮间海滩至潮下带上部环境的特点, 并有早期成岩胶结作用痕迹。

收稿日期 1989年10月23日

参 考 文 献

(1) B.R.G.M., 1984, Synthèse géologique du Sud-Est de la France. Mem.n° 125, Paris.
 (2) Demarcq, G., 1970, Etude stratigraphique du Miocene rhodanien. Mem .B.R.G.M. n° 61, Paris

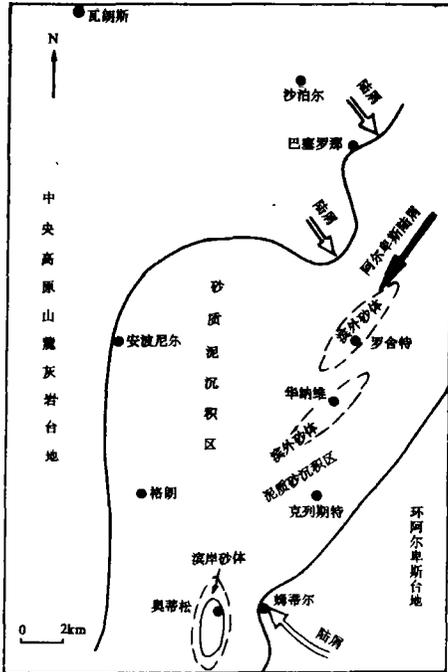


图6 布尔季加尔期中期盆地概况图
 Fig.6 General situation of the basin during middle Burdigalian.

- (3) Sahu, B. K., 1964, Res.Bull., N.S., Punjab Univ.15, p.213-219.
- (4) Arslan, S., 1968, Etude des mineraux argileux des formations miocenes du Vercors et du Bas-Dauphine. Th.3^e Cyc.,
- (5) Keith, M. L. and Degens E. T., 1959, Geochemical indicators of Marine and Fresh-water Sediments. In "Researches in Geochemistry", ed. P.H. Abelson,
- (6) Potter P. E. *et al.*, 1963, Geochimica et Cosmochimica Acta, Vol. 27, p.669-694

ON THE STUDY OF SEDIMENTATION OF BURDIGALIAN MARIN MOLASS IN CREST BASIN

Wang Jianhua

(Department of Geology, Zhongshan University, Guangzhou)

Abstract

Crest Basin, lies in the middle Rhone valley in France. The tectonic position is situated at foreland depression of the late Alpine orogeny. A series of non-volcanic molassic facies-assemblage of Miocene is deposited in this basin, among which the Burdigalian is composed of sandstone, sandy mudstone, sandy limestone and sandy bioclastic limestone. Mainly by the analysis of facies distribution, fossil association, sedimentary characteristics of continental clasts, light and heavy sand minerals, clay mineral composition, and facies indicator elements as well as petrographic characteristics etc, the author approaches the sedimentary environment, material origin of each facies in the series, and the paleogeographic feature of the basin.

The results of the analysis show that Burdigalian deposits contain delta, beach, transitional zone, and offshore (central basin) sedimentary facies. Silican clastic sedimentation is predominant with short period of or partial calcareous sedimentation. Orientation of paleochannel is NE-SW. The coastal coarse-grained clastic sediments are exposed between Autichamp to Moutier, and Rochette to Barcelonne, but the fine-grained sediments are well developed in central-west of the basin. The deposits show a complicated vertical and lateral facies change controlled by particular and complicated topography of basin, and by the influences of importation of continental runoff. There are two principal sources of the continental clasts in Burdigalian sediments, they are Alpine orogenic zone containing typical metamorphic minerals of high pressure and low temperature, and Mesozoic overlay in adjacent areas containing typical minerals of contact metamorphism. They are transported respectively by sea current and river current. Fossil assemblages in sediments reflect a warm climate and normal salinity coastal environment. This inference is also supported by the early diagenetic cementation developed in some carbonate facies with intertidal sedimentary characteristics.